

Auswirkung der Chromatreduzierung von Zementen auf den Korrosionsschutz der Bewehrung

Wissenschaftlicher Kurzbericht Nr. 21 (2007)

Dipl.-Ing. Kai Osterminski, Dr.-Ing. Andreas Volkwein, Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Peter Schießl
Arbeitsgruppe 3: Stahl und Korrosion

1 Einleitung

Aufgrund gehäufter Vorkommen des sogenannten „Maurerkrems“ durch die Verwendung chromathaltiger Zemente ist seit dem 17.01.2005 für die Zementhersteller gemäß der europäischen Chromatrichtlinie [1] eine Reduktion des Chromatgehalts in Zementen vorgeschrieben. Die Anforderungen dieser Richtlinie wurden in die technische Richtlinie TRGS 613 [2] übernommen. In beiden Richtlinien wird eine Reduktion des Chromatgehalts auf weniger als 2 ppm verlangt.

Die Chromatreduzierung wird i. d. R. durch das Hinzumahlen eines Chromatreduzierers (z.B. Eisen(II)sulfat) zum Zement erreicht [3]. Dabei werden 0,2-0,6% vom Zementgewicht an Chromatreduzierer zum Zement hinzugegeben, welcher beim Anmachen mit Wasser mit dem Chromat reagiert und den Gehalt an freien, mit der Haut reagierenden Chromionen auf das geforderte unschädliche Maß reduziert.

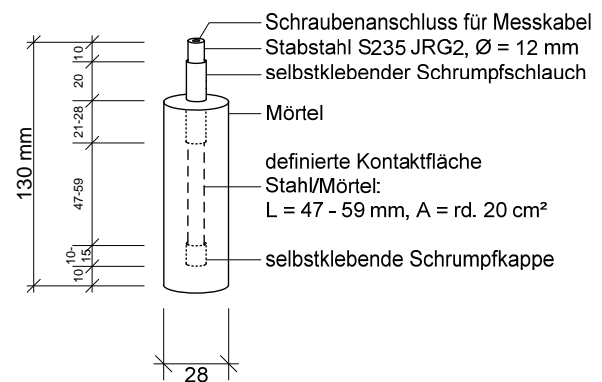
Der Einfluss der Chromatreduzierung auf Frischbeton- und Festbetoneigenschaften wurde in Untersuchungen als nicht maßgebend bewertet [4, 5]. Es wurden auch Untersuchungen zur Korrosion von Stahl in Mörteln, die mit chromatreduziertem Zement hergestellt wurden, durchgeführt. Lediglich beim Einsatz von verzinkten Bauteilen treten Korrosionserscheinungen am Zink auf [4, 6].

Neben dem Eigenchloridgehalt des Zements sowie betontechnologischen und klimatischen Parametern wurde auch die Auswirkung der Chromatreduzierung auf das frühzeitige Auftreten von Korrosion untersucht. Um Korrosionsbeginn und -ausmaß messen zu können, wurden in [7] Korrosionsstrom-Messungen durchgeführt. Bezüglich des Einflusses der Chromatreduzierung wurde darin festgestellt, dass dadurch das Korrosionsstromintegral deutlich zunahm, insbesondere wenn der Zement hohe Eigenchloridgehalte aufwies. Diese Beobachtung wurde mit der korrosionsinhibierenden Wirkung des Chromats an der Stahloberfläche innerhalb der ersten Stunden nach Einbringen des Frischbetons erklärt.

Untersuchungen zum Einfluss der Chromatreduzierung auf die Korrosionseigenschaften von Stahl in Beton bei nachträglichem Eindringen von Chlorid sind bislang nicht bekannt geworden. Ebenso gibt es zur inhibierenden Wirkung des Chromats im Festbeton keine weiteren Hinweise. Diesen beiden Fragestellungen ist im nachfolgend dargestellten Forschungsvorhaben nachgegangen worden.

2 Untersuchungen

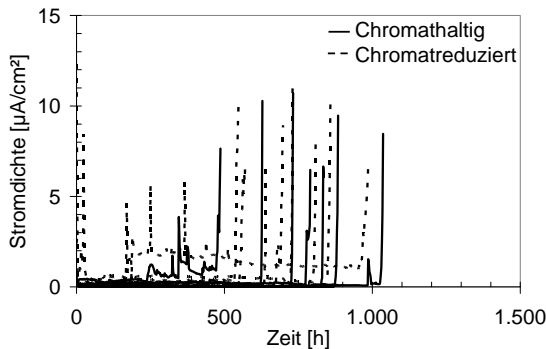
Entsprechend [3] sind Mörtelzylinder (siehe Bild unten) mit Stahlelektrode aus einer Zementart, jeweils mit und ohne Chromatreduzierung, hergestellt worden und in einer basischen Chloridlösung unter anodischer Polarisierung des Stahls in Anlehnung an DIN V 18998:2002-11 [10] so lange zu lagern, bis Korrosion auftrat. Zu diesem Zeitpunkt waren die am Stahl vorhandenen Chlorionengehalte des Betons zu ermitteln und die Stahloberflächen auf Korrosion hin zu beurteilen.



3 Ergebnisse

Dauer bis zum Beginn der Korrosion

Die Stähle im Mörtelzylinder wurden auf +500 mV_{NHE} anodisch polarisiert. Dabei wurde der Strom in Abhängigkeit der Zeit gemessen. Bei einem eindeutigen und dauerhaften Anstieg des Stroms wurde der Stahl als depassiviert gewertet und der Versuch angehalten. Die folgenden Bilder zeigen die Stromdichte (auf die im Mörtel frei liegende Stahloberfläche bezogen) über die Zeit für chromatfreie und -haltige Zemente ausgewählter repräsentativer Proben.

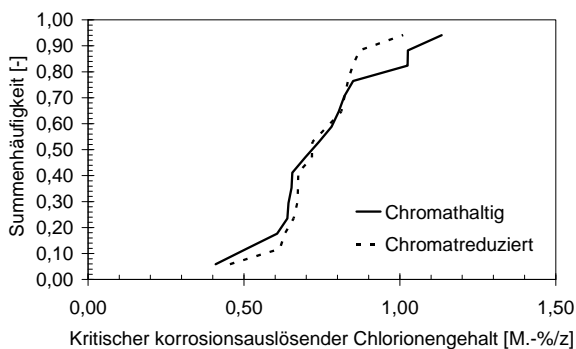


Eine Auswertung der Zeitpunkte, an denen die Korrosion beginnt (siehe nachfolgende Tabelle), zeigt, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen chromatreduziertem und -haltigem Zement gibt.

Zement	Korrosionsbeginn		
	Mittelw. [h]	St.abw. [h]	v [%]
Chromathaltig	749	172	23,0
Chomatreduziert	768	118	15,4

Kritischer korrosionsauslösender Chloridgehalt

Nach der Depassivierung wurden die Probekörper gespalten und Material aus der Kontaktfläche Stahl-Mörtel (ca. 2-3 mm) gewonnen. Diese Proben wurden aufgemahlen und zur nasschemischen Chlorionengehaltsbestimmung gegeben. Die statistische Auswertung der Ergebnisse zeigte, dass der kritische korrosionsauslösende Chlorionengehalt nicht von einer Chromatreduzierung beeinflusst wird.



4 Zusammenfassung

Untersuchungen in [10] haben gezeigt, dass sich der Gehalt an freien Chromationen über einen Zeitraum von 317 Tagen auf 11-17% des Ausgangswerts reduziert. D.h. durch die fortschreitende Hydratation wird die Mobilität des Chromats einerseits durch die Verdichtung des Gefüges und andererseits durch die Einbindung in

CSH Phasen eingeschränkt. Damit muss auch davon ausgegangen werden, dass die Wahrscheinlichkeit einer inhibierenden Wirkung des Chromats im Festbeton bzw. Festmörtel sinkt. Der in [7] aufgezeigte Einfluss des Chromats auf die Korrosion von Stahlschalungen beschreibt daher die inhibierende Wirkung des Chromats zu einem Zeitpunkt, zu dem die Mobilität des Chromats im Frischbeton uneingeschränkt und die Stahloberfläche unvollständig passiviert ist.

5 Literatur

- [1] Richtlinie 2003/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, 18. Juni 2003.
- [2] TRGS 613:2002-10: Ersatzstoffe, Ersatzverfahren und Verwendungsbeschränkungen für chromathaltige Zemente und chromathaltige zementhaltige Zubereitungen. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Oktober 2002.
- [3] Manns, W.; Laskowski, Ch.: Eisen(II)sulfat als Zusatz zur Chromatreduzierung. Beton, Ausgabe 2, S.78 85, 1999.
- [4] VDZ-Sachstandsbericht: Die Bedeutung des Chromates in Zementen und zementhaltigen Zubereitungen. 05. Januar 1999.
- [5] Härdtl, R.; Dietermann, M.; Bolte, G.: Chromatreduzierung von Zement – Auswirkungen auf Betoneigenschaften? Tagungsband: 16. ibausil, 20.–23. September 2006, Weimar, S. 1 0165 – 1-10172.
- [6] VDZ-Tätigkeitsbericht: 2003-2005.
- [7] Schießl, P.; Volkwein, A.; Mayer, T.F.: Korrosion an Stahlschalungen, Forschungsbericht Nr. F31005/04, cbm, TU München, 09. März 2006.
- [8] Breit, W.: Untersuchungen zum kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalt für Stahl in Beton. Dissertation, ibac, RWTH Aachen, 1997.
- [9] DIN V 18998:2002-11: Beurteilung des Korrosionsverhaltens von Zusatzmitteln nach Normen der Reihe DIN EN 934. Beuth Verlag, Berlin, November 2002.
- [10] Lothenbach, B.; Winnefeld, F.: Thermodynamic modelling of the hydration of Portland cement. Cement and Concrete Research, 36 (2006), Seite 209-226.

Die Forschungsarbeit wurde mit Mitteln des Vereins Deutscher Zementwerke e.V. gefördert.